



Docket No. 1232-5183

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Y. Shiode

Group Art Unit: 2877

Serial No.: 10/692,438

Examiner: TBA

Filed: October 22, 2003

For: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING OPTICAL CHARACTERISTIC, AND
PROJECTION EXPOSURE APPARATUS USING THE SAME

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Mail Stop _____
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan
In the name of: Yoshihiro Shiode
Serial No(s): 307333/2002
Filing Date(s): October 22, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: April 21, 2004

By: Kenneth P. Waszkiewicz
Kenneth P. Waszkiewicz
Registration No. 45,724
(202) 857-7887 Telephone
(202) 857-7929 Facsimile

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053

CFE03536US(1/1)

307333/2002

USN 10/62,438

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 0 月 2 2 日

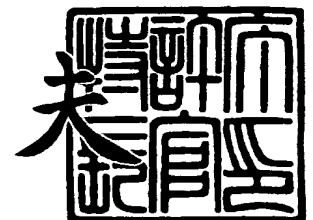
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 0 7 3 3 3
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 0 7 3 3 3]

出 願 人
Applicant(s): キヤノン株式会社

2 0 0 3 年 1 1 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 2 9 2 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 4823013

【提出日】 平成14年10月22日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/017

【発明の名称】 光学特性の測定方法

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【氏名】 塩出 吉宏

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】**【識別番号】** 100096965**【住所又は居所】** 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
社内**【弁理士】****【氏名又は名称】** 内尾 裕一**【電話番号】** 03-3758-2111**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 011224**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9908388**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学特性の測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 テストレチクルからの複数の光束の夫々を投影光学系の瞳面内の所定位置を通過させた後に別個に結像させて前記投影光学系の像面内での前記各光束の結像位置を検出するか或いは前記テストレチクルからの複数の光束の夫々を前記瞳面を通過させた後に互いに干渉させて結像させたときの前記像面内での結像位置を検出する段階と、該検出結果を用いて前記投影光学系の波面収差等の光学特性を求める段階とを含む光学特性の測定方法において、前記複数の光束が前記瞳面を通過するときの通過位置に関する誤差情報を検出し、該誤差情報を用いて前記波面収差を求めることを特徴とする光学特性の測定方法。

【請求項 2】 テストレチクルと、該テストレチクルからの複数の光束の夫々が投影光学系の瞳面を通過した後に別個に結像したときの前記投影光学系の像面内での前記各光束の結像位置の情報或いは前記テストレチクルからの複数の光束の夫々が前記瞳面を通過した後に互いに干渉して結像したときの前記像面内での結像位置の情報を用いて前記投影光学系の波面収差等の光学特性を演算する手段とを有し、前記演算手段は前記複数の光束が前記瞳面を通過するときの通過位置に関する誤差情報を記憶する部分を有し、該誤差情報を前記波面収差の演算に用いることを特徴とする光学特性測定装置。

【請求項 3】 前記投影光学系の所定の収差の発生状態が互いに異なる複数の条件下で、前記テストレチクルからの複数の光束の夫々を投影光学系の瞳面内の所定位置を通過させた後に別個に結像させて前記投影光学系の像面内での前記各光束の結像位置を検出するか或いは前記テストレチクルからの複数の光束の夫々を前記瞳面を通過させた後に互いに干渉させて結像させたときの前記像面内での結像位置を検出し、前記複数の条件のそれぞれでの前記検出結果を使って前記誤差情報を演算することを特徴とする請求項 2 に記載の光学特性測定装置。

【請求項 4】 前記所定の収差は、球面収差、コマ収差、又は非点収差であることを特徴とする請求項 3 に記載の光学特性測定装置。

【請求項 5】 前記複数の条件は、前記結像位置を検出する為の光電変換手

段又はレジストを塗布したウエハの前記投影光学系の光軸方向の位置を変えるか、前記テストパターンを結像するための光の波長を変えるか、前記投影光学系の光学素子を駆動することにより形成されることを特徴とする請求項3に記載の光学特性測定装置。

【請求項6】 前記光電変換手段又はレジストを塗布したウエハの前記投影光学系の光軸方向の位置を変えることにより前記所定の収差として球面収差を変化させることを特徴とする請求項4に記載の光学特性測定装置。

【請求項7】 前記テストパターンを結像するための光の波長を変えるか、前記投影光学系の光学素子を駆動することにより、前記所定の収差としてのコマ収差又は非点収差を変化させることを特徴とする請求項3に記載の光学特性測定装置。

【請求項8】 前記テストレチクルは、1像高とみなせる領域にマーク群を配置した基板と該基板の前記領域の中心に対応する位置にピンホールを形成した遮光板とを有し、該遮光板は前記基板と前記投影光学系の間にあることを特徴とする請求項2に記載の光学特性測定装置。

【請求項9】 前記テストレチクルは、1像高とみなせる領域にマーク群を配置した基板と該基板の前記領域の中心に対応する位置にピンホールを形成した遮光板とを有し、該遮光板は前記基板の光入射側にあり、前記マーク群を構成する各マークは実質的に0次光のみが前記瞳面を通過するに入射する格子パターンで形成されていることを特徴とする請求項2に記載の光学特性測定装置。

【請求項10】 前記テストレチクルのマークは、 ± 1 次回折光の一方が前記瞳面を実質的に生じない非対称格子パターンで形成されており、前記複数の光束としての前記 ± 1 次回折光の他方と0次回折光とが干渉することを特徴とする請求項2に記載の光学特性測定装置。

【請求項11】 請求項2～10のいずれか1項記載の光学特性測定装置により投影光学系の波面収差を測定するモードを有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項12】 請求項2～10のいずれか1項記載の光学特性測定装置により投影光学系の波面収差を測定し、必要に応じて前記投影光学系の収差を調整

することを特徴とする投影露光装置の製造方法。

【請求項 13】 請求項 2～10 のいずれか 1 項記載の光学特性測定装置により投影光学系の波面収差を測定し、必要に応じて前記投影光学系の収差を調整した後で、前記投影光学系によりデバイスパターンをウエハに露光し、該露光したウエハを現像することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投影光学系の光学特性を測定する方法及び装置に関し、たとえば半導体素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に使用される投影露光装置の投影光学系の光学特性、例えば波面収差、を測定する光学特性測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等の各種デバイスをリソグラフィ工程を介して製造する際に、レチクル又はフォトマスク（以下「レチクル」と総称する）のデバイスパターンの像を投影光学系を介して感光基板上に投影する投影露光装置が使用されている。かかる投影露光装置では、投影光学系の製作誤差等に起因する収差によるデバイスパターンの解像力の低下が問題となっている。

【0003】

そこで、投影光学系の球面収差、像面湾曲、非点収差、コマ収差、波面収差などの各種の収差の測定方法が開発され、投影光学系の評価や検査の為に用いられている。これら収差の中で波面収差は投影光学系が持つ収差そのものであるもので、この波面収差を一般に使われている Z e r n i k e 多項式等で近似する形で測定するにより、この多項式のファクターである球面収差、像面湾曲、非点収差、コマ収差等を算出することが良く行われている。

【0004】

投影光学系の波面収差の測定方法の一つが、例えば米国特許第 5828455

号、米国特許第 5978085 号で提案されている。これらの米国特許で提案されている測定方法は、レチクル下面であるパターン面に格子状のパターンを設け、この格子状パターンの中心の真下に少し距離をおいてピンホールのある遮光板を設け、更にレチクル上面に格子状パターンの中心の真上に凸レンズを置いた特殊なテストレチクルを用意し、このテストレチクルを露光装置のレチクルステージに置き、照明系からの照明光をテストレチクルの凸レンズで集光して σ が 1 以上 (σ はコヒーレンスファクタ) の照明角度 (NA) でその下にある格子パターンに照射し、格子パターンからの光のうちの所定の光束をその下にあるピンホールを通過させる。ピンホールを通過できる光は格子パターンのそれぞれのパターンの中心とピンホールとを結んだ角度の光束のみに限定される。つまり格子パターンの各点から出た光束は、光軸に対して互いに異なる角度を成すように進行し、投影光学系の瞳面の互いに異なる位置を通過して投影光学系の波面収差の影響を受けた後でウエハに達し、格子パターンの各点を結像する。

【0005】

この時、格子パターンの各点の像は、瞳面内の通過位置に依存して互いに異なる収差 (位相) の影響を受けた各点を結像する光束の波面の理想波面からの傾き分だけ、結像位置が理想位置から像面内でシフトする。よって、結像した格子パターンの各点の理想格子各点からのずれを測定することにより、各点を結像する光束の波面の傾きが得られ、各光束の波面の傾きから数学的手法を用いて波面収差を計算している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本願発明者が鋭意検討した結果、上述の波面収差の算出に用いる瞳中心の位置に誤差が生じている為に、波面収差を精度良く計算できていないことが分かった。「瞳中心」は投影光学系の光軸と投影光学系の瞳面が交わる点を言い、レチクルの格子パターン上の複数の点のうち中心の点を結像する光束は、計算上予め決めた瞳中心 (座標 (0, 0)) を通過し、他の各点からの光束は、それぞれこの瞳中心から離れた所定の位置 (座標 (X_i , Y_i)) を通過することを前提に、波面収差の計算を行うのに対し、実際の測定時には、前述の中心の点を結像する

光束が瞳中心からずれた位置を通過し他の光束も所定位置からずれた位置を通過しており、実質的に瞳面の位置ずれ（誤差）が生じているからである。このような現象は、レチクルの格子パターン（パターン群）の中心点（位置）とその直下のピンホールを中心（位置）の間に製造誤差により光軸に直交する方向のずれが生じたり、投影光学系の光軸が傾くことにより生じる。

【0007】

本発明の目的は、投影光学系の光学特性（例えば波面収差）を高精度に測定できる測定方法及び装置の提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の形態は、テストレチクルからの複数の光束の夫々を投影光学系の瞳面内の所定位置を通過させた後に別個に結像させて前記投影光学系の像面内での前記各光束の結像位置を検出するか或いは前記テストレチクルからの複数の光束の夫々を前記瞳面を通過させた後に互いに干渉させて結像させたときの前記像面内での結像位置を検出する段階と、該検出結果を用いて前記投影光学系の波面収差等の光学特性を求める段階とを含む光学特性の測定方法において、前記投影光学系の瞳面の位置ずれ情報等の前記複数の光束が前記瞳面を通過するときの通過位置に関する誤差情報を検出し、該誤差情報を用いて前記波面収差を求めることを特徴とする光学特性測定方法である。

【0009】

本発明の第2の形態は、テストレチクルと、該テストレチクルからの複数の光束の夫々が投影光学系の瞳面を通過した後に別個に結像したときの前記投影光学系の像面内での前記各光束の結像位置の情報或いは前記テストレチクルからの複数の光束の夫々が前記瞳面を通過した後に互いに干渉して結像したときの前記像面内での結像位置の情報を用いて前記投影光学系の波面収差等の光学特性を演算する手段とを有し、前記演算手段は前記投影光学系の瞳面の位置ずれ情報等の前記複数の光束が前記瞳面を通過するときの通過位置に関する誤差情報を記憶する部分（例えば校正ファイル）を有し、該誤差情報を前記波面収差の演算に用いることを特徴とする光学特性測定装置である。

【0010】

本発明の第3の形態は、上記の形態において、前記投影光学系の所定の収差の発生状態が互いに異なる複数の条件下で、前記テストレチクルからの複数の光束の夫々を投影光学系の瞳面内の所定位置を通過させた後に別個に結像させて前記投影光学系の像面内での前記各光束の結像位置を検出するか或いは前記テストレチクルからの複数の光束の夫々を前記瞳面を通過させた後に互いに干渉させて結像させたときの前記像面内での結像位置を検出し、前記複数の条件のそれぞれで前記検出結果を使って前記誤差情報を演算することを特徴とする。このように求めた誤差情報には、前述の、レチクルのテストパターン（パターン群）の中心点とその直下のピンホールの中心の間の光軸に直交する方向の位置ずれや投影光学系の光軸の傾き（テレセントリック性の誤差）等による瞳面（中心）の位置ずれ（誤差）が含まれる。

【0011】

本発明の第4の形態は、上記の各形態において、前記所定の収差は、球面収差、コマ収差、又は非点収差であることを特徴とする。

【0012】

本発明の第5の形態は、上記の各形態において、前記複数の条件は、前記結像位置を検出する為の光電変換手段又はレジストを塗布したウエハの前記投影光学系の光軸方向の位置を変えるか、前記テストパターンを結像するための光の波長を変えるか、前記投影光学系の光学素子を駆動するか、前記テストレチクルを照明する光学系の光学素子を駆動することにより形成されることを特徴とする。

【0013】

本発明の第6の形態は、上記の各形態において、前記光電変換手段又はレジストを塗布したウエハの前記投影光学系の光軸方向の位置を変えることにより前記所定の収差として球面収差を変化させることを特徴とする。

【0014】

本発明の第7の形態は、上記の各形態において、前記テストパターンを結像するための光の波長を変えるか、前記投影光学系の光学素子を駆動することにより、前記所定の収差としての球面収差又はコマ収差又は非点収差を変化させること

を特徴とする。

【0015】

本発明の第8の形態は、上記の各形態において、前記テストレチクルは、1像高とみなせる領域にマーク群を配置した基板と該基板の前記領域の中心に対応する位置にピンホールを形成した遮光板とを有し、該遮光板は前記基板と前記投影光学系の間にあることを特徴とする。

【0016】

本発明の第9の形態は、前記テストレチクルは、1像高とみなせる領域にマーク群を配置した基板と該基板の前記領域の中心に対応する位置にピンホールを形成した遮光板とを有し、該遮光板は前記基板の光入射側にあり、前記マーク群を構成する各マークは実質的に0次光のみが前記瞳面を通過するに入射する格子パターンで形成されていることを特徴とする。

【0017】

本発明の第10の形態は、前記テストレチクルのマークは、±1次回折光の一方が前記瞳面を実質的に生じない非対称格子パターンで形成されており、前記複数の光束としての前記±1次回折光の他方と0次回折光とが干渉することを特徴とする。

【0018】

なお、第8～10の形態において、前記格子パターンが互いに異なる複数の像高毎に形成されており、各像高毎に前記誤差情報が求め、各像高毎に波面収差等の光学特性を演算する際に対応する誤差情報を用いる形態がある。

【0019】

本発明の第11の形態は、上記の各形態のいずれかにより投影光学系の光学特性（例えば波面収差）を測定するモードを有することを特徴とする投影露光装置である。

【0020】

本発明の第12の形態は、上記の各形態のいずれかにより投影光学系の光学特性（例えば波面収差）を測定し、必要に応じて前記投影光学系の収差を調整することを特徴とする投影露光装置の製造方法である。

【0021】

本発明の第13の形態は、上記の各形態のいずれかにより投影光学系の波面収差を測定し、必要に応じて前記投影光学系の収差を調整した後で、前記投影光学系によりデバイスパターンをウエハに露光し、該露光したウエハを現像することを特徴とするデバイス製造方法である。

【0022】**【発明の実施の形態】**

図1は本発明の光学特性測定方法の基礎となる測定方法を示す説明図である。

【0023】

図1に示す測定方法は、前述の2つの米国特許における測定方法とは異なり、テストレチクル9の格子パターンTPの各パターンとして、実質的に1次回折光が生じず0次（回折）光のみでパターンの結像が行えるような特殊な回折格子マークを用い、且つ、これらのマークを、格子パターンの中心の真上にピンホールPHを有する格子パターン上方のピンホールPHからの光束によりマーク毎に互いに異なる方向から照明し、各マークを0次光により投影光学系10を介して感光基板W上に結像し、結像位置を検出するものである。

【0024】

図1は投影露光装置の部分的概略図であり、この種の露光装置は、通常、レチクルの回路パターンを投影光学系10により感光基板W上に投影するが、ここでは、テストレチクルを露光装置に搭載した状態を示している。なお、回路パターンに加え波面収差等の光学特性測定用のパターンを形成したレチクルもテストレチクルとして使用できる。

【0025】

図1において、テストレチクル9は、ガラス基板の投影光学系10側のパターン面に形成されたパターン（マーク）群TPと同ガラス基板のパターン面とは反対側の面に形成されたピンホールPHを有する遮光膜（遮光部は不図示）とを備えている。ここでは、テストパターンTPおよびピンホールPHを同一基板の表裏面に形成したが、ピンホールPHをテストパターンが形成されたガラス基板とは別のガラス基板に形成して、両方の基板を互いに近接させて配置することでも

きる。

【0026】

4は照明光学系の開口絞りであり、開口絞り4を介して複数の主光線LPを含む照明光が $\sigma > 1$ か $\sigma = 1$ に相当するNA（角度の広がり）でピンホールPHを照射し、ピンホールPHを通過した各主光線によりレチクル9のガラス基板の下面に形成したパターン群TPを照明することにより、パターン群TPの各パターンを投影光学系10により像面に結像し、像面における空中像TPaを光電変換素子により受けて光電変換したり、像面に感光基板Wを置いて各パターン像を転写して現像することにより転写パターン像TPaを形成し、空中像TPa又は転写パターン像TPaの位置（基準位置からのずれ）を位置測定器によって測定し、その測定結果を使って演算を行うことにより、投影光学系10の波面収差（ここでは、Zernike多項式）を測定する。

【0027】

テストパターンTPを構成する前述の回折格子マークは、図5A、図5Bに示すような、ライン間又はスペース間のピッチ（間隔）がほぼ一定のライン&スペースの周期パターンであり且つ光が透過する個々のスペースの幅が回折格子マークの中心のライン又はスペースのおパターンから回折格子マークの外側のパターンに向かって減少するパターンであり、高次回折光を低減させることにより実質的に1次回折光が生じず0次（回折）光のみが生じるようにラインとスペースの幅やピッチが設定してある。

【0028】

また、少なくとも像面でこのパターンTPを1つのラインと見なし得るように、テストパターンTPを投影光学系10により結像したときのパターン像の光強度分布は、その内部のライン間が解像せず且つ歪の少い分布となるようにラインとスペースの幅やピッチが設定してある。

【0029】

以上説明した波面収差等の光学特性の測定方法に本発明を適用した本発明の実施形態1を説明する。

【0030】

図2は本実施形態1の投影露光装置の概略図である。この露光装置は、露光装置の製造段階で後述する方法により投影光学系の波面収差が測定され必要に応じて収差の調整をされるものであり、また、実際の使用時にも後述する方法により投影光学系の波面収差が測定され、必要に応じて収差の調整が成されるものである。この露光装置を実際に使用して投影光学系によりデバイスパターンをウエハに露光し、該露光したウエハを現像した後、各種工程を経てよりデバイスが製造される。

【0031】

図2において、1は露光光用の光源である超高圧水銀灯、水銀灯1から射出された露光光は、楕円鏡1aで集光された後に、インプットレンズ2を経てフライアイレンズ3の光入射面3aに入射する。フライアイレンズ3の後側（テストレチクル9側）焦点面3bには2次光源が形成され、この2次光源から射出された露光光は、開口絞り4、第1リレーレンズ5、投影式レチクルブラインド6、第2リレーレンズ7、メインコンデンサーレンズ8を経てテストレチクル9を均一な照度で照明する。開口絞り4の開口径と開口形状は切り換え可能である。

【0032】

露光用の光源は、超高圧水銀灯1以外にも図15に符番171で示すようなKrFエキシマレーザ（波長約248nm）、ArFエキシマレーザ（波長約193nm）等のレーザが使える。

【0033】

投影式レチクルブラインド6の開口とテストレチクル9のパターン形成面とは光学的に共役であり、投影式レチクルブラインド6の開口によりテストレチクル9上の照明領域が設定される。また、フライアイレンズ3の後側焦点面3bは投影光学系10の瞳面10aとほぼ共役であり、2次光源の像が瞳面10aに形成される。

【0034】

テストレチクル9はレチクルステージ18上に載っており、レチクルステージ18がXY面内で移動することによりテストレチクル9の位置を変えることができる。アライメントスコープ19はテストレチクル9上のマークと露光装置本体

内にあるレチクル基準マーク 21 とを同時に観察することにより、レチクル基準マーク 21 に対するテストレチクル 9 のマークの $XY\theta$ のずれを計測し、不図示の駆動系によりレチクルステージを駆動することにより、レチクル 9 を露光装置本体（投影光学系 10）に対し位置合わせすることができる。

【0035】

14 はオフ・アクシスのウエハアライメント系を示し、ウエハアライメント系 14 はウエハ W の各ショット領域の近傍に形成されたアライメントマークを検出する。この場合、ウエハアライメント系 14 の光軸 14a と投影光学系 10 の光軸 10b の中心の間隔、所謂ベースライン量 BD を求めておくことにより、ウエハアライメント系 14 で計測した幾つかのアライメントマークの位置に基づいてウエハ 11 の各ショット領域のレチクルの回路パターン（像）へのアライメントを正確に行うことができる。

【0036】

アライメントスコープ 19 は上記駆動系によりテストレチクル 9 上のあらゆる位置（任意の XY 位置）に移動でき、波面収差を測定する場合にレチクル 9 上の任意の測定用テストパターン 15 を露光光で照明可能である。なお、照明系も、レチクルブラインド 6 の開口を介してレチクル 9 上の任意の測定用テストパターン 15 を露光光で照明可能である。

【0037】

テストレチクル 9 の上面にはピンホール PH を有する遮光膜 16 が形成されており、露光用の照明系又はアライメントスコープ 8 によりテストレチクル上面のピンホールを PH を照明すると、ピンホール 16 を通過した光束が、テストレチクル 9 の下面に形成されているテストパターン 15 を $\sigma \geq 1$ の条件で照明し、照明されたテストパターン 15 の各パターン（回折格子マーク）は投影光学系 10 によって、ウエハステージ 12 上に載置されたウエハ W や検出系 11 を構成するプレート 11a 上に結像する。

【0038】

図 3 は図 2 の検出系 11 の拡大図である。

【0039】

プレート 11a にはスリット 11b が形成されており、通常は、プレート 11a 上面を像面に一致させて、スリット 11b を透過した光は受光器 11c により光電変換する。このとき、ウエハステージ 12 により検出系 11 を像面に沿って走査することによりパターン像を例えば図 4 に示すような電気信号に変換し、パターン像（の位置）を検出する。

【0040】

ウエハステージ 12 は、投影光学系 10 の光軸 10b に垂直な XY 面内の任意の位置にウエハや検出系 11 を位置決めする XY ステージ 12b と投影光学系 10 の光軸 10b に平行な方向（高さ方向）のウエハ W や検出系 11 の位置を設定する Z ステージ 12a 等より構成されている。

【0041】

ウエハ W や検出系 11 のプレート 11a の光軸方向の位置を検出するためのオートフォーカス系 13 が設けられている。オートフォーカス系 13 は、検出系 11 のプレート 11a 上に例えばスリット状の検出パターンの像を、投影光学系 10 の光軸 10b に対して斜めに投影する送光系 13a と、プレート 11a 上面やウエハ W からの反射光を受光してその検出パターンの像を再結像し、その位置を検出する受光系 13b とより構成されている。

【0042】

高さ方向に関してプレート 11a やウエハ W の投影光学系の像面に対する位置が変化すると、受光系 13b においてその再結像される検出パターンの像の位置が変化することから、このパターン像の位置を検出することによりプレート 11a やウエハ W の高さの変化を検出することができる。

【0043】

受光系 13b には、その再結像された検出パターンの像の位置に応じて変化するフォーカス信号を生成する光電検出器 13c が組み込まれ、そのフォーカス信号が所定のレベルに維持されるように制御系 13d によってウエハステージ 12 中の Z ステージ 12a を駆動することにより、プレート 11a 上面やウエハ W の表面を投影光学系 10 の像面に一致させることができ、その状態を維持することもできる。更に、フォーカス信号は所定の範囲内（光軸方向の所定の範囲内）で

プレート 11a の高さ方向の位置変化に対してほぼ直線的に変化するので、オートフォーカス系と駆動系を用いることにより、プレート 11a 上面やウエハ W の表面を投影光学系 10 の像面とは異なる任意の高さ（面位置）に設定することもできる。

【0044】

図 7 はテストレチクル 9 に設けるテストパターン 15 の詳細図である。図 7 において、20a は使用するテストパターンのマークである。マーク 20a は、光学系 10 の 1 像高とみなせる範囲内に、全体として格子（グリッド）形状を成し、その多数の一部分 TPX、TPY（不図示）のそれぞれが、前述した図 5（A）又は図 5（B）に示す、 ± 1 次の高次回折光が瞳面に実質的に発生しない形状を持つ回折格子マークより成っている。

【0045】

図 7 のマーク 20a の格子を形成する縦横のラインはいずれも $2\mu\text{m}$ の同一の線幅でデザインされている。マーク 20a のラインの幅には特に制限は無いが、転写パターンを計測する計測器や検出器 11 のパターン依存性を考慮して、適宜決めるのが良い。

【0046】

本実施形態 1 で用いるテストレチクル 9 には、図 7 に示すマーク 20a がガラス基板の下面の複数箇所（投影光学系の複数の像高に対応）に形成され、ガラス基板の上面の各マーク 20a 中心に対応する位置のそれぞれにピンホール 16 を設けた遮光膜が形成してある。各マーク 20a の照明には、前述の露光用の照明系かアライメントスコープ 19 を用いるが、これらが照明光を $\sigma 1.0$ 未満の状態でしか供給できない場合、マーク 20a を $\sigma \geq 1.0$ の条件で照明するために、図 9 に示す様に、ピンホール PH 上に散乱板（拡散板）22 を配置したテストレチクル 9 を用いる。散乱板は露光光を散乱して $\sigma \geq 1.0$ の照明条件を作り、光学測定に必要な全てのマークを互いに異なる方向から照明光で照明する。

【0047】

例えば、図 9 に示すテストレチクルを露光光により照明することにより一像高に対応するテストレチクルのマーク 20a の各パターン TPX、PTY を投影光

学系 10 によりウエハステージ 12 上のプレート 11 a 上に結像し、各パターン P T X、P T Y 毎に、前記ウエハステージ 12 を X Y 面内で移動して前記プレート 11 a 上に設けたスリット 11 b をパターン像に対して像面に沿って走査することによって受光器 11 c の出力変化としてパターン像の光強度（光量）分布を検出し、図 1 に示す計算装置により、検出した光強度分布に基づいてパターン P T X、P T Y の像の中心位置（X、Y）を求める。計算装置は、こうして求めた 1 像高における各パターン像の中心位置、各パターンを結像した光束の投影光学系 10 の瞳面 10 a 内座標等から、各光束の波面の傾斜を演算し、ある像高についての投影光学系の波面収差を求める。テストレチクル 9 には、前述したとおり各像高に対応する位置にマーク 20 a を形成してあるから、測定したい他の像高のマーク 20 a を使用して上述の測定を行うことにより必要な像高全てに関し波面収差を求めることができる。

【0048】

この際スリット 11 b の幅は、図 7 に示すように、テストパターン 15 のグリッドの空中像のピッチ以下の長さおよび幅を有し、測定したい 1 パターン P T X の像以外の像からの光がスリット 11 b に入らない幅にしている。また、図 7 に示すとおり、テストパターン 15 のグリッドの縦ラインと横ラインの各パターン像に対して別個に縦スリット、横スリットが設定される必要があるので、検出器 11 は、1 つのスリット 11 b が少なくとも 90 度回転可能か、或いは互いに直交する方向に延びる一対のスリットと各スリットに対応する異なる受光器 11 c を持ち、計測するパターン像 20 a の縦横の向きによってスリットの方向を切り換えて計測することが可能である。

【0049】

さて、本実施形態 1 は、上述した波面収差の測定を、検出器 11 のプレート 11 a 上面の光軸方向位置を変化（例えば $1\ \mu\text{m}$ づつ変化）させて複数回行って、各光軸方向位置（デフォーカス位置）毎にテストパターン 15 の各パターン像（回折格子マーク像）の中心位置を求め、後述する手法により、計算上の投影光学系 10 の瞳面の位置ずれ（誤差）をシステムエラーとして演算して記憶し、この誤差を補正するように波面収差の演算を行うものである。

【0050】

プレート 11a 上面の光軸方向位置（デフォーカス位置）を少し変化させて波面収差を測定した場合は理想的には波面収差の（Zernike 多項式）のうち球面収差項だけが影響を受け変化する。しかしながら、波面収差測定時の瞳面の位置（中心位置）が計算上仮定した瞳面の位置（中心位置）からずれて、各パターンを結像する光束の瞳面 10a 内通過位置に誤差が発生していると、球面収差以外の収差の項にも影響が発生する結果となる。従って、例えば図 2 中の計算装置により球面収差以外の他の収差の変化と瞳面位置ずれ量との間の相関関係を示す図 11 の如きデータを作成し、このデータに基づいて瞳面位置ずれ量を求めることが考えられる。この瞳面の位置ずれ量（誤差）をシステムエラーとして求めるフローを図 13 に示す。

【0051】

また、プレート 11a 上面の光軸方向位置を変化させて球面収差を変化させる代わりに、図 1 に示すレンズ駆動手段 161 によりレンズ 162 の光軸方向位置を変化させて特定の収差例えば球面収差、コマ、非点、像面を所定量ずつ変化させて、前述の波面収差の測定を行い、図 2 中の計算装置により、先の収差を発生させた成分に対する前記特定の収差以外の他の収差の変化量と瞳面位置ずれ量の相関関係を示す図 12 の如きデータを作成し、このデータに基づいて他の収差が最小となる瞳面位置ずれ量を求めることも考えられる。この瞳面の位置ずれ量（誤差）をシステムエラーとして求めるフローを図 14 に示す。

【0052】

本実施形態 1 及び後述する実施形態における露光装置の計算装置で行われる、瞳面中心の位置ずれ（システムエラー）を求める計算方法の一例について述べる。この方法は図 11、12 で説明した方法とは異なる、非常に有用な方法である。

【0053】

$$\begin{aligned}
 W(x, y) &= \sum_k C_k * Z_k(x, y) \cdots \cdots \textcircled{1} \\
 &= \sum_k C_k' * Z_k(x + dx, y + dy) \\
 &= \sum_k C_k' * \{Z_k(x, y) + dx * \sum_i G_x(k, i) * Z_i
 \end{aligned}$$

$(x, y) + dy * \sum_i G_y(k, i) * Z_i(x, y) + dx * dy * \sum \dots$
 $\dots \}$

$W(x, y) \dots$ 瞳座標における波面収差 $x, y \leq 1$
 $C \dots$ 求めたい Zernike 係数、 i, k は Zernike
 項

$C' \dots$ 瞳ずれがある時の Zernike 係数

$Z(x, y) \dots$ Zernike 多項式

$dx, dy \dots$ x, y 瞳ずれ

$G_x, G_y \dots$ dx, dy から派生する Zernike の行列

$dx, dy \ll 1$ 条件で

$$\begin{aligned} & \sim \sum_k C_k' * \{ Z_k(x, y) + dx * \sum_i G_x(k, i) * \\ & Z_i(x, y) + dy * \sum_i G_y(k, i) * Z_i(x, y) \} \\ & = \sum_k \{ C_k' + dx * \sum_i G_x(i, k) * C_i' + dy * \sum_i \\ & G_y(i, k) * C_i' \} * Z_k(x, y) - - - - (2) \end{aligned}$$

$$C_k = C_k' + dx * \sum_i G_x(i, k) * C_i' + dy * \sum_i G_y(i, k) * C_i' - - - - (3)$$

【0054】

求めたい波面収差 W は、①式に示すように、Zernike 係数 C で表すことができる。実際の瞳面の位置ずれ dx, dy が発生した場合の Zernike 係数を C' とすると、①式から最終的に②式が得られる。また、①式と②式から、③式が成り立ち、③式より、求めたい C_k は既に計測し求まっている C_k' およびその他の C_i' (i は 1, 2, 3, ...) と未知数 dx, dy の式で表すことができる。ここで G_x, G_y は Zernike 多項式を dx, dy の積で展開することによって求めることができる各 Zernike 項に対応した行列である (不示図)。従って、例えば、前述したように検出器 11 の光軸方向 (フォーカス) 位置や他の収差 (球面、コマ、非点, ...) を変えながら C_i' を計測することによって、ある特定の収差変化に対する複数の C_i' の変化量 $\Delta C_i' j$ (j

は異なる複数の条件)を得る。更にこれら $\Delta C_{i'j}$ の複数の変化量の中で本来なら収差変化が起こらない成分 $\Delta C_{p'j}$ について、 $\Delta C_{p'j} = 0$ となるような最適な d_x 、 d_y を最小自乗法より求めることができ、瞳面のX、Y方向の位置ずれ(誤差) d_x 、 d_y が得られる。なお、最小自乗法自体は公知の手法なので、説明は省略する。こうして得られた瞳面の位置ずれ量(誤差) d_x 、 d_y は、システムエラーとして計算装置の校正ファイル等に記憶・格納され、同じテストレチクルを使った波面収差の計算に用いられる。つまり、①式に代入して使用される。

【0055】

以上説明した瞳面のX、Y方向の位置ずれ(誤差)の計測方法は、図1、2で述べた波面収差測定法以外の測定法にも適用可能であり、前述の米国特許第5828455号、米国特許第5978085号に記載の波面収差測定法における瞳面の位置ずれに基づき生じる測定誤差を改善する為に適用できる。

【0056】

次に本発明の実施形態2を説明する。本実施形態2は、実施形態1がテストパターンの像の位置をウエハステージ12上に固定した検出器11(光電変換手段)を用いて検出していたのに対し、テストパターンの像を感光基板(ウエハ)Wへ転写して現像することにより転写パターン像を顕在化させた後でパターン位置測定機等により転写パターン像の位置を検出する例である。

【0057】

本実施形態2では、図7に示すテストパターン15に加えて図8に示すテスト(基準)パターンをも使う。図7のテストパターン15やそれを照明するためのレチクル構造は実施形態1で既に説明してあるので、ここでは詳細説明しない。

【0058】

図8に示すテストパターンは、グリッドマーク21aから成り、グリッドマーク21aは、先のテストパターン15の各パターンPTX、PTYの相対位置ずれ量を測定するための複数の基準マークを2次元配置した基準マーク群である。テストレチクル9のテストパターン21aの上部には、ピンホール付遮光部等の光を制限する部分は無く、照明系又はアライメントスコープ19からの光束は全

ての基準パターンに均等に照射される。

【0059】

本実施形態2で用いるテストレチクル9の部分的断面図を図10に示す。図10に示すようにテストレチクル9のガラス基板の上下面にそれぞれピンホールPH付遮光膜とテストパターン20a(15), 21aを形成した。

【0060】

マーク20aに対し最適照明条件でテストパターンであるマーク20a、21aを照明して各マーク像を被露光基板Wに露光する。次にウエハーステージ12を移動して先の露光による露光位置と重ならない位置に露光できるように被露光基板の位置を変え、更にZ方向(光軸方向)にウエハーステージ12を移動させて所定のフォーカス位置で再度各マーク像を被露光基板Wに露光する。この工程を複数の異なるフォーカス位置で繰り返し行う。

【0061】

次に、既に露光済みのマーク20aと21aと次に露光するマーク21aと20aが重なり合うようにウエハーステージ12もしくはレチクルステージ20を移動させて通常の照明条件でマーク21aおよび20aを被露光基板Wに露光する。基板Wを現像後、図6に示すように転写されたマーク20aと21aの重ね合わせたもののマーク20aの各パターンPTX、PTYの転写パターン像とグリッドマーク21aの転写パターン像の相対位置ずれ量を測定機を使って測定する。

【0062】

得られた各パターンPTX、PTYの転写像の中心位置(ずれ量)から、前記実施形態同様、波面収差を計測すると同時に瞳面の位置ずれ(誤差)量dx、dyを演算により求めて校正ファイルなどにシステムエラーとして記憶し、以降の波面収差の計算に使用する。即ち①式に代入して計算する。

【0063】

以上の測定フローを図16に示す。

【0064】

また、被露光基板Wの光軸方向位置を変える(フォーカス位置を変える)代わ

りに、図15に示すレンズ駆動手段161やレーザ光源172及び波長可変手段171を使用してレンズ162の光軸方向位置を変えたりレーザ光の波長を変えたり、或いはテストレチクルを上下動させたり、投影光学系のレンズとレンズの間の空間の圧力を変えたりすることにより、投影光学系10の球面収差、コマ収差、非点収差等の特定の収差を所定量ずつ変化させて露光を繰り返し、マーク20aの各パターンPTX、PTYの転写パターン像とグリッドマーク21aの転写パターン像を得ることも出来る。この場合の測定フローを図17に示す。

【0065】

本実施形態2の瞳面の位置ずれ（誤差）計測方法も、前述の米国特許第5828455号、米国特許第5978085号に記載の波面収差測定法における瞳面の位置ずれに基づき生じる測定誤差を改善する為に適用できる。

【0066】

また実施形態1、2において、波面収差の計測結果を露光装置本体の収差調整機構にフィードバックすることにより投影光学系の収差補正が可能である。同機構としては、図1や図15に示したレンズ駆動手段161やレーザ波長可変手段171が挙げられ、他にもレチクルを上下方向に駆動したり、投影光学系のレンズとレンズの間の空間の圧力を変化させたりすることにより、投影光学系の収差を調整できる。

【0067】

次に本発明の実施形態3を説明する。

【0068】

投影光学系によるテストパターン像の位置ずれ計測によって投影光学系の波面収差を計測する他の方法として、特開2002-55435号公報や、A b e r r a t i o n m e a s u r e m e n t u s i n g i n - s i t u t w o b e a m i n t e r f e r o m e t r y (o p t i c a l m i c r o l i t h o g r a p h y X I V , S P I E , v o l 4 3 4 6 , 2 0 0 1 年 J . P . K i r k I B M 他) 等が示す方法がある。

【0069】

この方法は2光束干渉を用いて瞳面内2箇所を通過する各波面の位相差を計測

することで投影光学系の光学特性を求める方式である。この方法に使うテストレチクルを図18に示す。図18に示すテストレチクル（マスク）上のテストパターンのラインアンドスペースマークのスペース部（透明部）は2つの異なる段差からなっていて、両段差を通過する光線間の位相差が90度になるよう設計されている。通常の小 σ の照明条件にて前記ラインアンドスペースマークを照明すると、前記ラインアンドスペースマークから出て投影光学系の瞳面に入射する回折光は、通常のバイナリーマスクを用いたラインアンドスペースマークの0次、±1次回折光とは異なり、0次とプラス1次回折光もしくはマイナス1次回折光による2光束だけとなり、投影光学系を通過し干渉して結像する。

【0070】

投影光学系10に波面収差があると、前記2光束の干渉によって形成したパターン像は前記2本の光束がそれぞれ通過した波面のそれぞれの部分の位相の影響を受けることになる。この時互いの光束の位相差があれば、その位相差分だけ前記パターン像の位置が理想位置からシフトする。従って前記パターン像の位置シフトと2光束のそれぞれの瞳面内での通過位置とを知ることで、各光束の波面の同士での位相差を求めることができる。

【0071】

また、前記ラインアンドスペースマークのピッチを変えたり、マーク自身を回転させたりすることにより、2つの回折光の飛ぶ角度や方向を変えてやることができる。つまり瞳面の通過位置が互いに異なる様々な波面の部分での位相差を求めることができる。このようなテストマークを図19に示す。

【0072】

図19の左側のマーク200と右側のマーク201を重ねて露光することにより、図20に示したようなマーク200の一部分だけを残し、Box to Box形状にして内側Boxと外側Boxの位置ずれを計測可能な形状にして既存の計測機で計測する。これらBoxマークの詳細に関しては、特開2002-55435号公報に記載してある。

【0073】

上記方法により求められた瞳面内のいろいろな場所における波面の位相差情報

から、投影光学系の光学特性は算出可能である。しかしながら上記各実施形態や各米国特許の測定方法と同様に、この特開 2002-55435 号公報の光学特性測定方法も、瞳面の位置ずれによりシステムエラーが発生する。

【0074】

この場合のシステムエラーとして考えられる要因として、照明系のレチクル側のテレセントリック性と投影光学系のレチクル側のテレセントリック性のマッチングエラーがある。照明系のテレセントリック性が影響する点が、上記各実施形態や各米国特許の測定方法とは異なるが、前述した各実施形態に示した方法を使って上記システムエラーの測定が可能である。

【0075】

本実施形態 3 では、小 σ の照明条件で図 21 のマーク群 202 および 203 を被露光基板に露光する。マーク群 202 は図 19 のマーク 200 と同じ形状でピッチやマーク自身の回転角が互いに異なった複数のマークの群であり、1 像高とみなせる領域内に複数のマークを集めて配置したものである。またマーク群 203 は図 19 のマーク 201 と同じ形状でマーク群 202 の各マークに合わせてピッチやマーク自身の回転角を互いに異ならせた複数のマークの集まりである。マーク群 202 の複数のマーク同士の位置関係とマーク群 203 の複数のマークの位置関係は同じである。

【0076】

次にウエハステージ 12 を XY 移動して被露光基板 W を異なる場所に移動させ、更に投影光学系 10 の光軸方向にウエハステージ 12 を移動させて、被露光基板を所定の高さに設定し、通常の小 σ の照明条件で、マーク群 202 とマーク群 203 とを被露光基板に再度露光する。この工程を複数の異なるデフォーカス位置で繰り返し行う。

【0077】

次に図 20 で説明したようにマーク群 202 とマーク群 203 が重なって露光されるようにウエハステージ 12 もしくはレチクルステージ 20 を移動させ、通常の小 σ の照明条件でマーク群 202 および 203 の露光を繰り返す。現像後、図 20 に示すように対を成すマーク同士が転写されたマーク群 200、201 の

重ね合わせの相対位置ずれ量を各マーク対毎に測定機を使って測定する。得られた位置ずれ量から波面収差を測定すると同時に瞳面の位置ずれ量（誤差）を算出して校正ファイル等にシステムエラーとして格納し、投影光学系の波面収差を測定する際に同位置ずれ量を使用して波面収差の計算を行う。即ち①式に代入して計算する。

【0078】

以上説明した測定フローを図22に示す。

【0079】

本実施形態3においても、被露光基板Wの光軸方向位置を変化させる代わりに図15に示すレンズ駆動手段161や波長可変手段171を使用して特定の収差を所定量ずつ変化させてマークの露光を繰り返し、現像後、先と同様得られた位置ずれ量から波面収差を測定すると同時に瞳面の位置ずれ量（誤差）を算出して校正ファイル等にシステムエラーとして格納し、投影光学系の波面収差を測定する際に同位置ずれ量を使用して波面収差の計算を行っても良い。この測定フローを図23に示す。

【0080】

上記方法以外にも、照明系のレンズ駆動手段181、183を使用して照明系レチクル側テレセントリック性を変化させると同時に、互いに異なるテレセントリック性の条件下で、前記実施形態同様、被露光基板Wの高さを変化させたり、特定の収差を所定量ずつ変化させて露光を行い、計測、解析を行うことにより、直接、波面収差の被露光基板の高さ変化（デフォーカス変化）もしくは特定の収差の発生量変化に対する波面収差変化が最も小さくなる照明系のテレセントリック性とその時の投影光学系の波面収差を求めることも可能である。このような測定フローを図24（基板高さ変化）、図25（特定収差変化）に示す。

【0081】

以上の本実施形態3においても、実施形態1、2同様に、波面収差の計測結果を露光装置本体の収差調整機構にフィードバックすることにより投影光学系の収差補正が可能である。同機構としては、図1や図15に示したレンズ駆動手段161やレーザ波長可変手段171が挙げられ、他にもレチクルを上下方向に駆動

したり、投影光学系のレンズとレンズの間の空間の圧力を変化させたりすることにより、投影光学系の収差を調整できる。

【0082】

また、本発明の光学特性測定方法は、投影光学系の種類に依存せず、様々な形式の投影光学系の波面収差を測定することができる。一例を挙げれば、レンズ、回折格子等の透明光学素子のみで構成された投影光学系、凹面ミラーと複数のレンズから成る投影光学系、凹面ミラーと凸面ミラーを有する全て或いは大部分がミラーよりなる投影光学系の波面収差の測定が可能である。

【0083】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、投影光学系の光学特性（例えば波面収差）を高精度に測定できる測定方法及び装置の提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

投影光学系の波面収差を測定する方法の一例を示す説明図である。

【図2】

本発明の露光装置の一実施形態の概略図である。

【図3】

図2の検出系11の説明図である。

【図4】

図2の検出系11により検出されるマーク像の光強度分布の説明図である。

【図5】

本発明に係るテストパターンの一例の説明図である。

【図6】

本発明に係るテストパターン同士を重ねて露光した状態を示す説明図である。

【図7】

本発明に係るテストパターンを成すグリッドの説明図である。

【図8】

本発明に係るテストパターンを成す基準グリッドの説明図である。

【図 9】

本発明に係るテストレチクルの一例を示す断面図である。

【図 10】

本発明に係るテストレチクルの他の例を示す断面図である。

【図 11】

瞳ずれに対する波面収差／デフォーカス量の関係を示すグラフである。

【図 12】

瞳ずれに対する波面収差／所定収差の関係を示すグラフである。

【図 13】

本発明に係る投影光学系収差測定の一例のフローチャートである。

【図 14】

本発明に係る投影光学系収差測定他の例のフローチャートである。

【図 15】

本発明の露光装置の他の実施形態の概略図である。

【図 16】

本発明に係る投影光学系収差測定他の例のフローチャートである。

【図 17】

本発明に係る投影光学系収差測定他の例のフローチャートである。

【図 18】

マスクマーク説明図である。

【図 19】

マスクマーク説明図である。

【図 20】

計測マーク説明図である。

【図 21】

マスクマーク群説明図である。

【図 22】

本発明に係る投影光学系収差測定他の例のフローチャートである。

【図 23】

本発明に係る投影光学系収差測定のための他の例のフローチャートである。

【図 24】

本発明に係る投影光学系収差測定のための他の例のフローチャートである。

【図 25】

本発明に係る投影光学系収差測定のための他の例のフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 光源
- 2 インพุットレンズ
- 3 フライアイレンズ
- 4 開口絞り
- 5 第1リレーレンズ
- 6 投影式レチクルブラインド
- 7 第2リレーレンズ
- 8 メインコンデンサーレンズ
- 9 テストレチクル
- 10 投影光学系（投影レンズ）
- 11 検出系
- 12 ウエハーステージ
- 13 オートフォーカス系
- 14 ウエハアライメント系
- 15 テストパターン
- 16 遮光膜
- 18 レチクルステージ
- 19 アライメントスコープ
- 22 散乱板（光拡散用光学部品）
- 23 アライメントマーク
- 9a ピンホールプレート
- 20a、21a、200、201 テストパターン
- 161、181、183 レンズ駆動手段

162、182 レンズ (補正光学系)

171 波長可変手段

172 レーザ

202、203 テストパターン群

PH ピンホール

LP 主光線

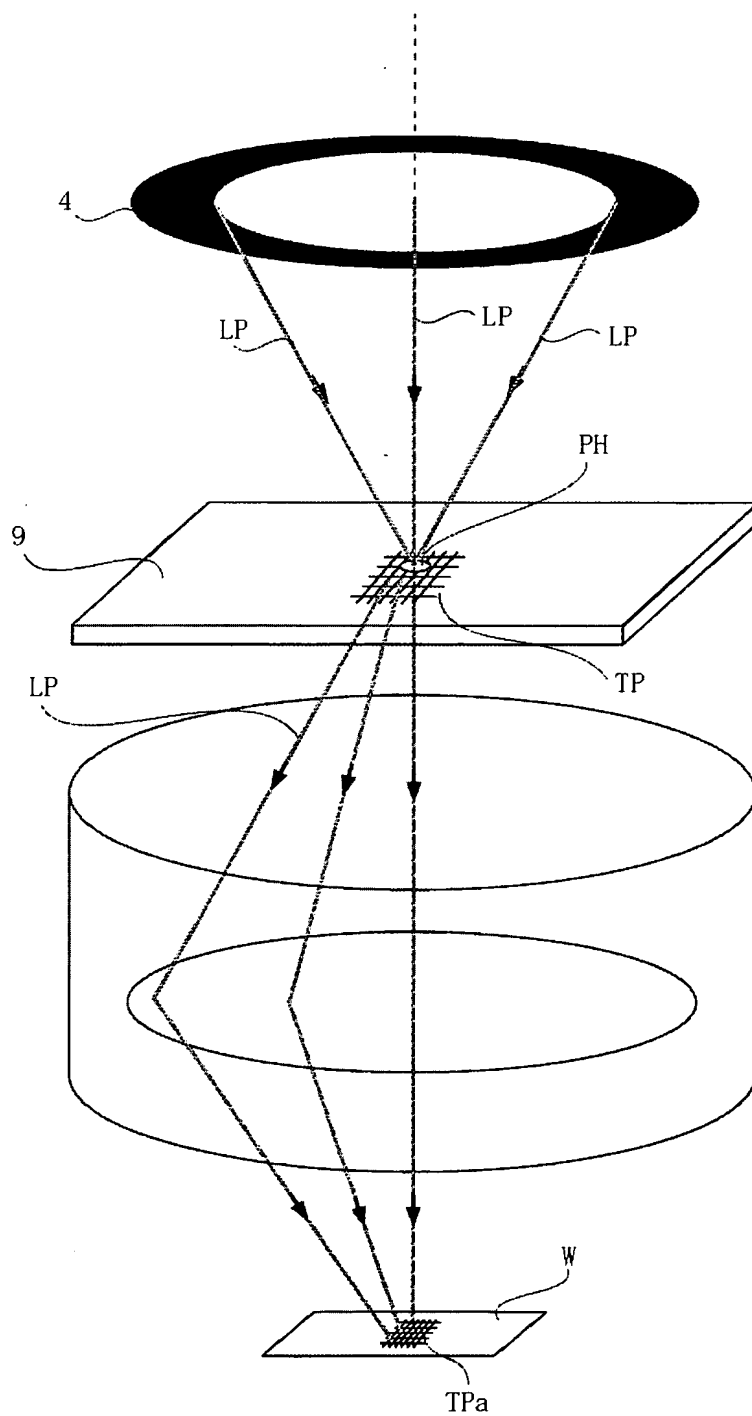
Tp テストパターン

TPa テストパターン像

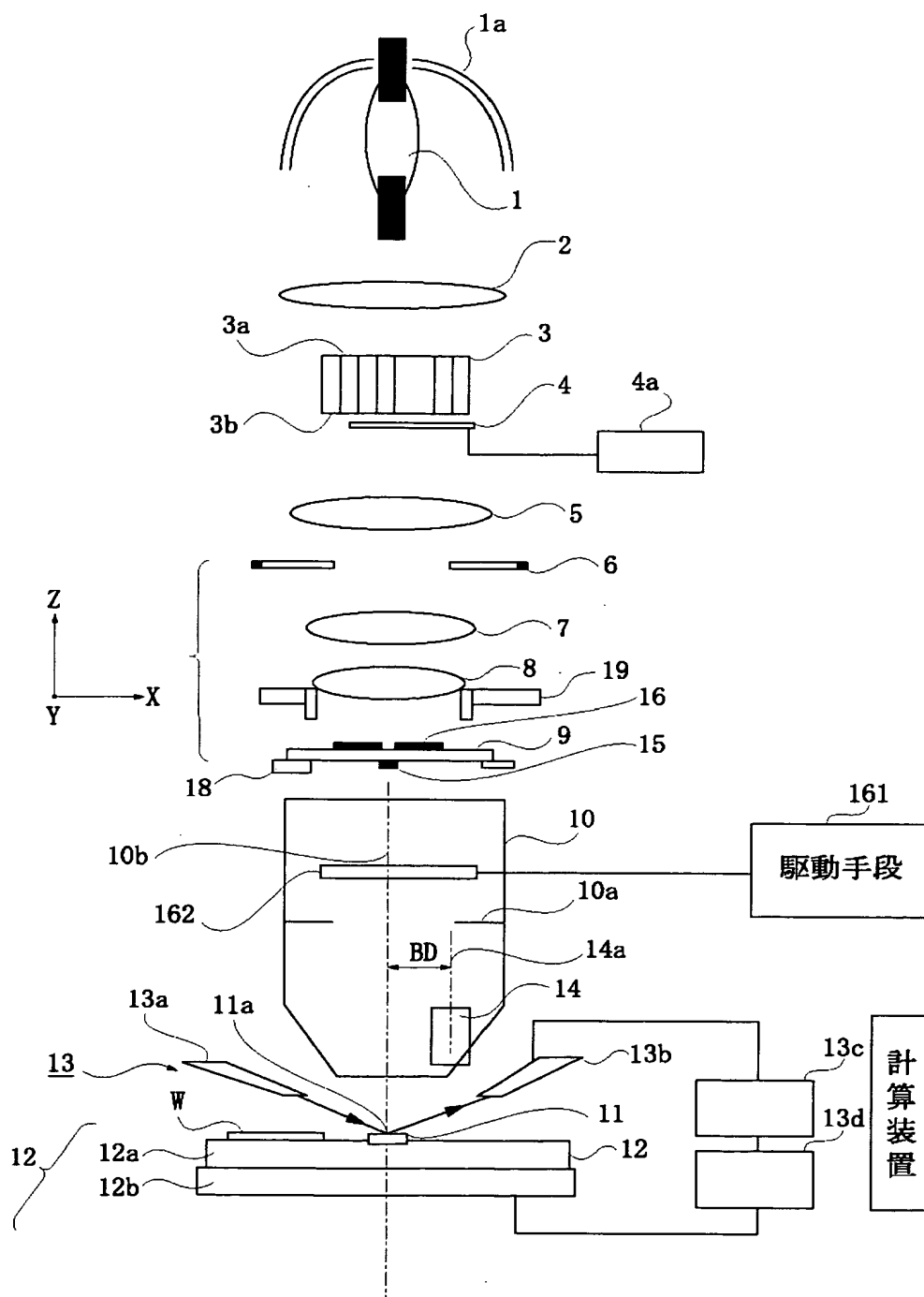
W ウエハ

【書類名】 図面

【図 1】

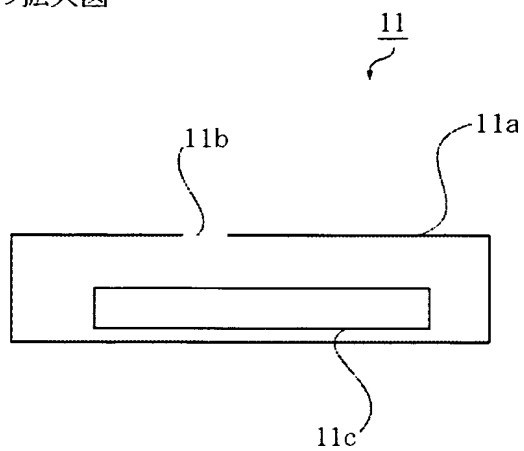


【図 2】

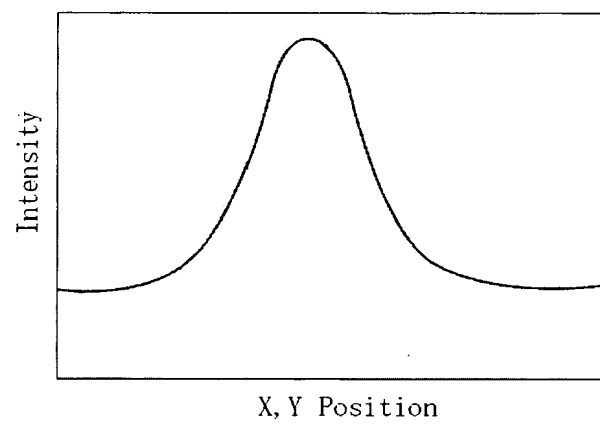


【図 3】

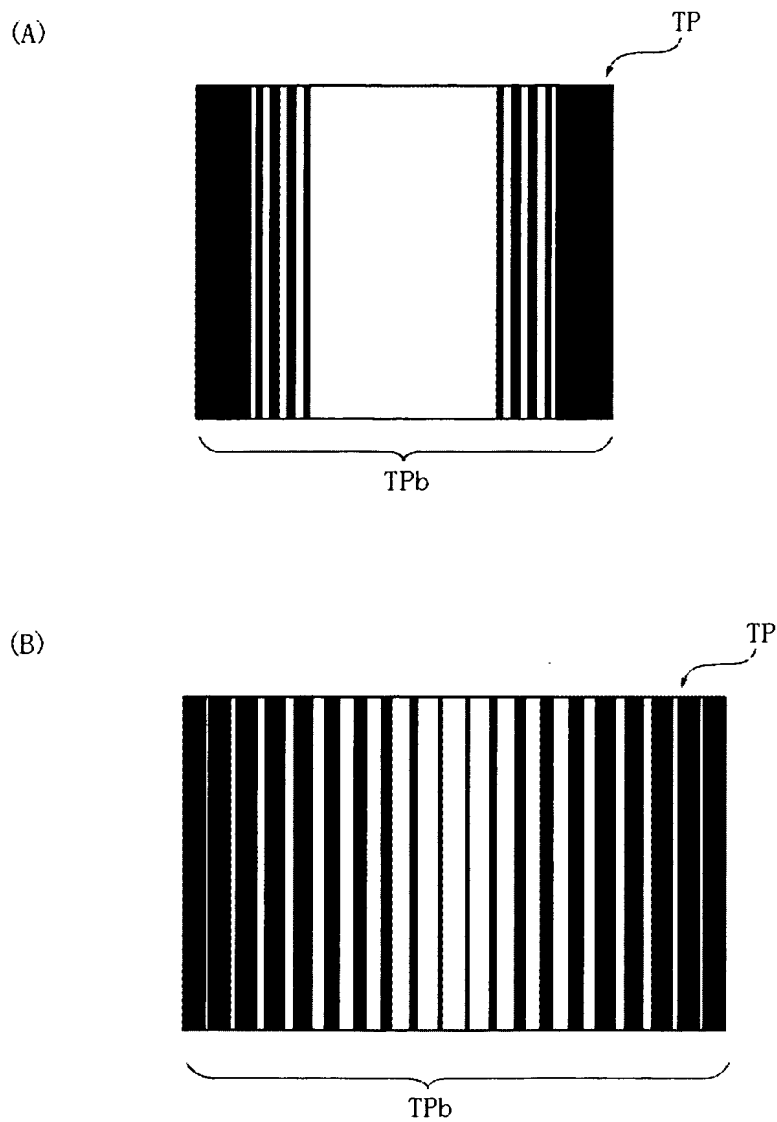
検出系11の拡大図



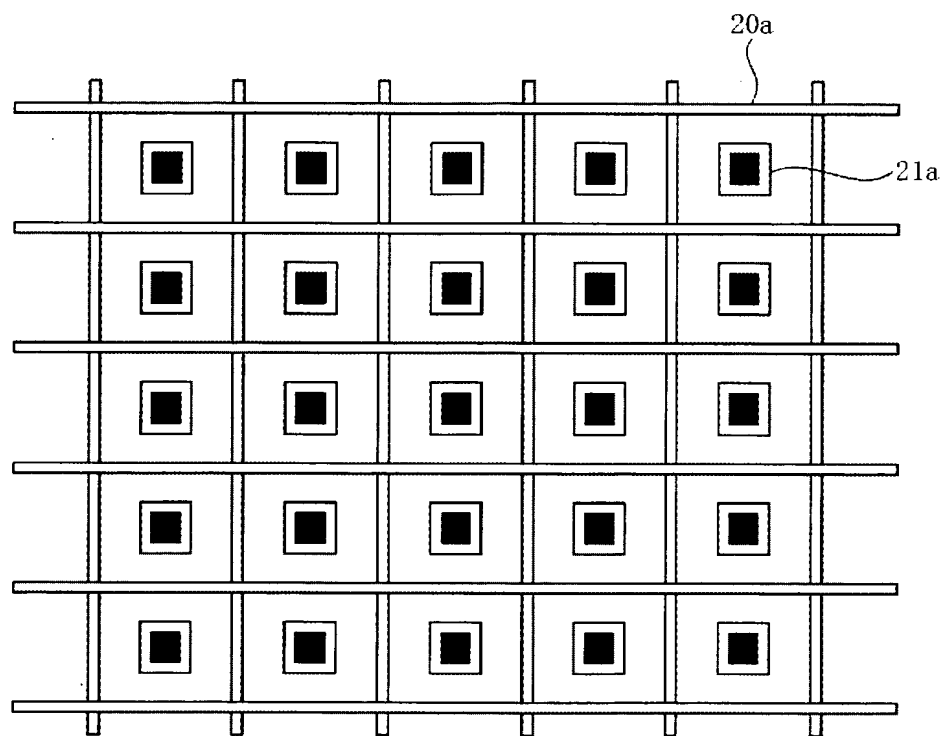
【図 4】



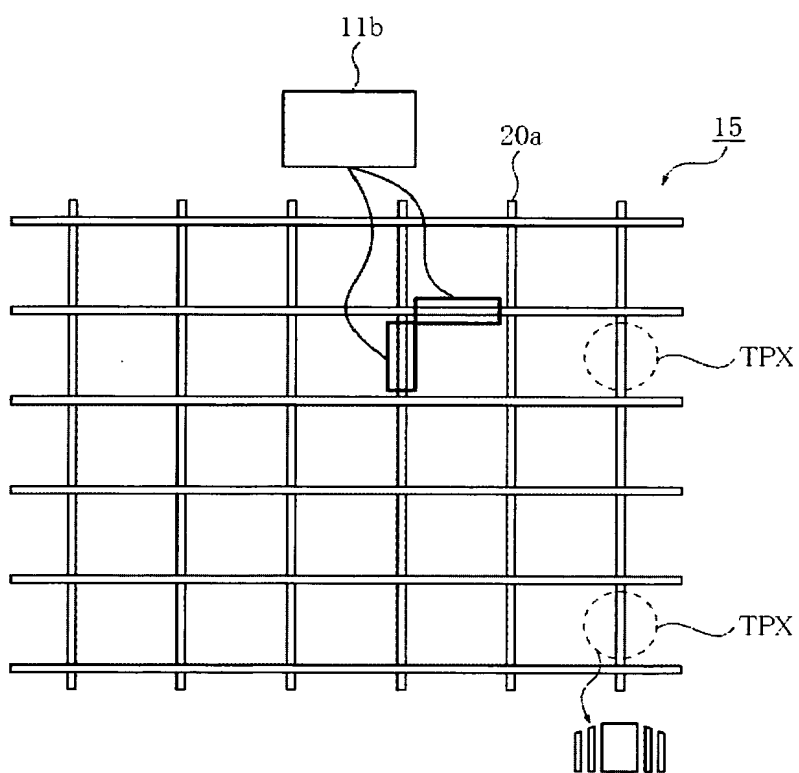
【図 5】



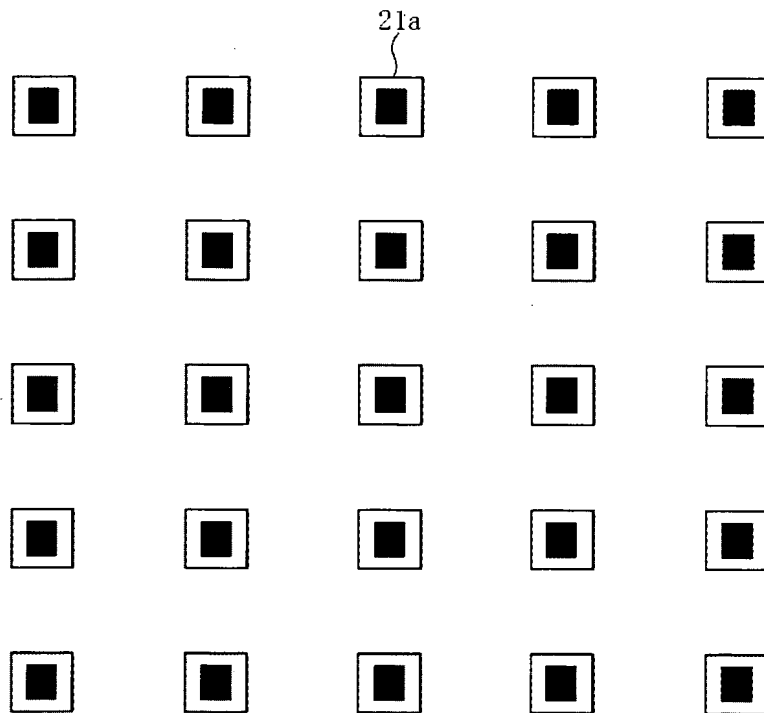
【図 6】



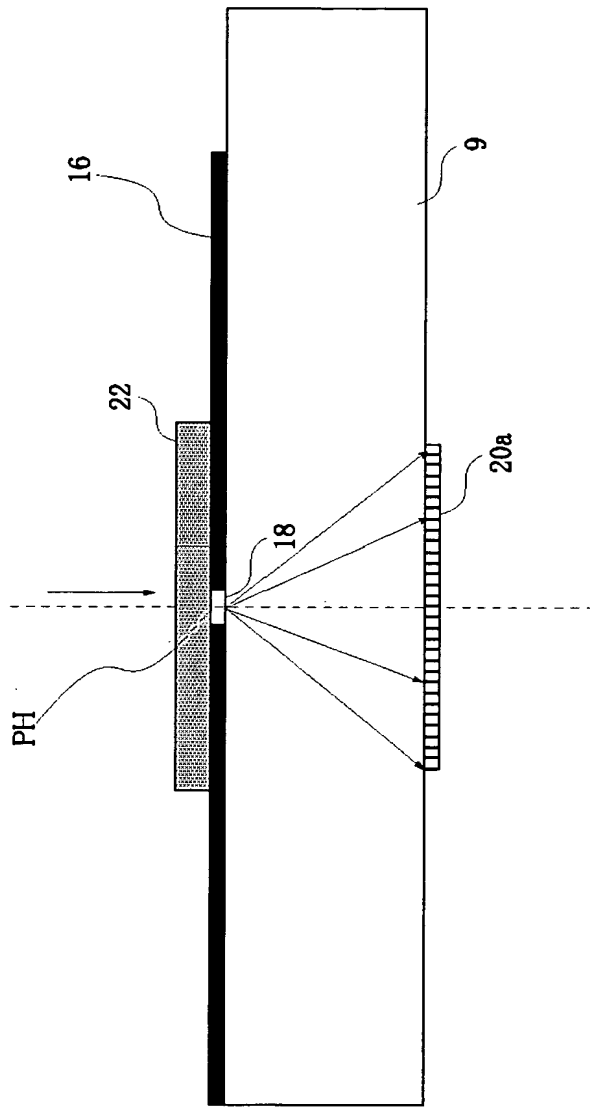
【図 7】



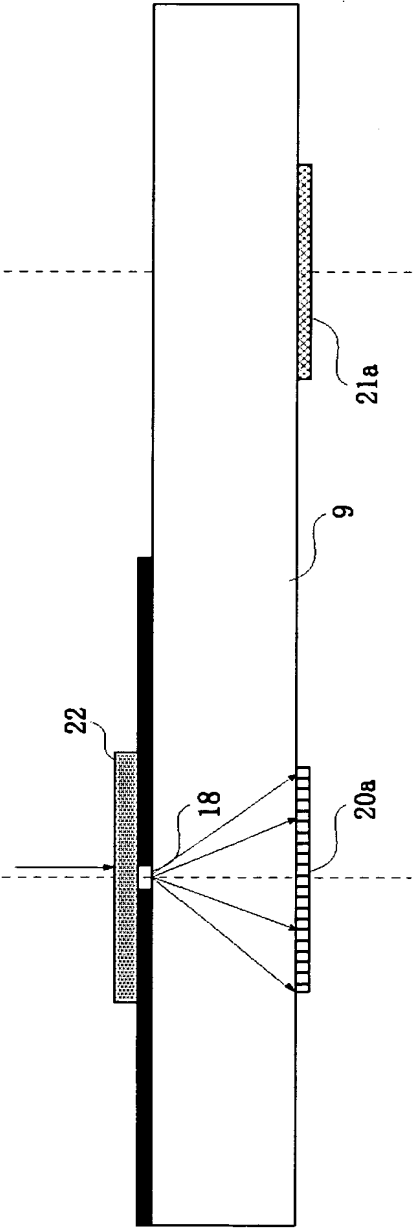
【図 8】



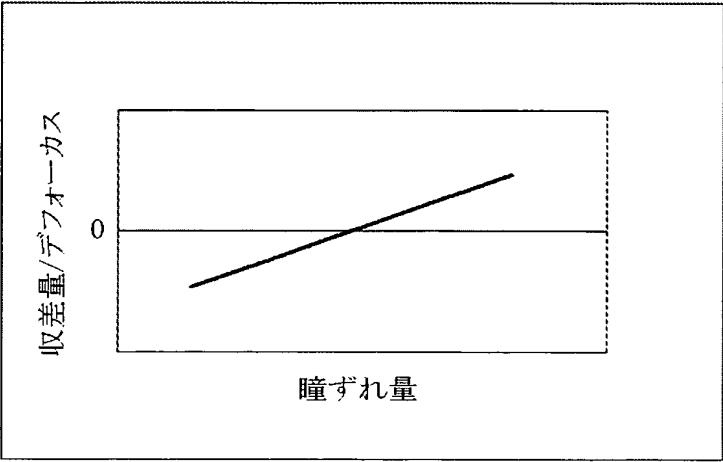
【図 9】



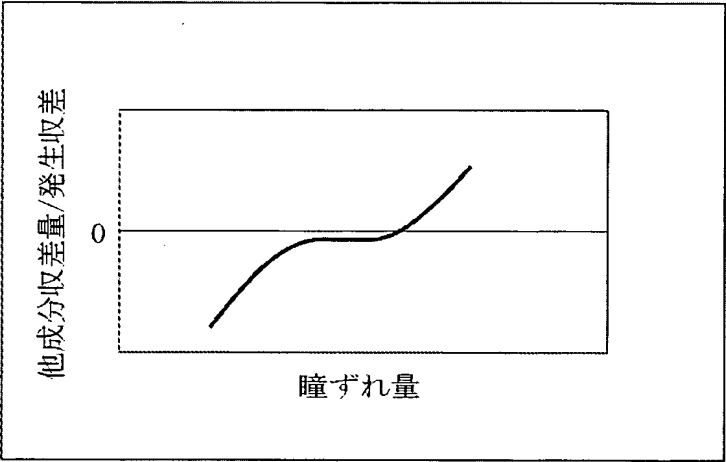
【図 10】



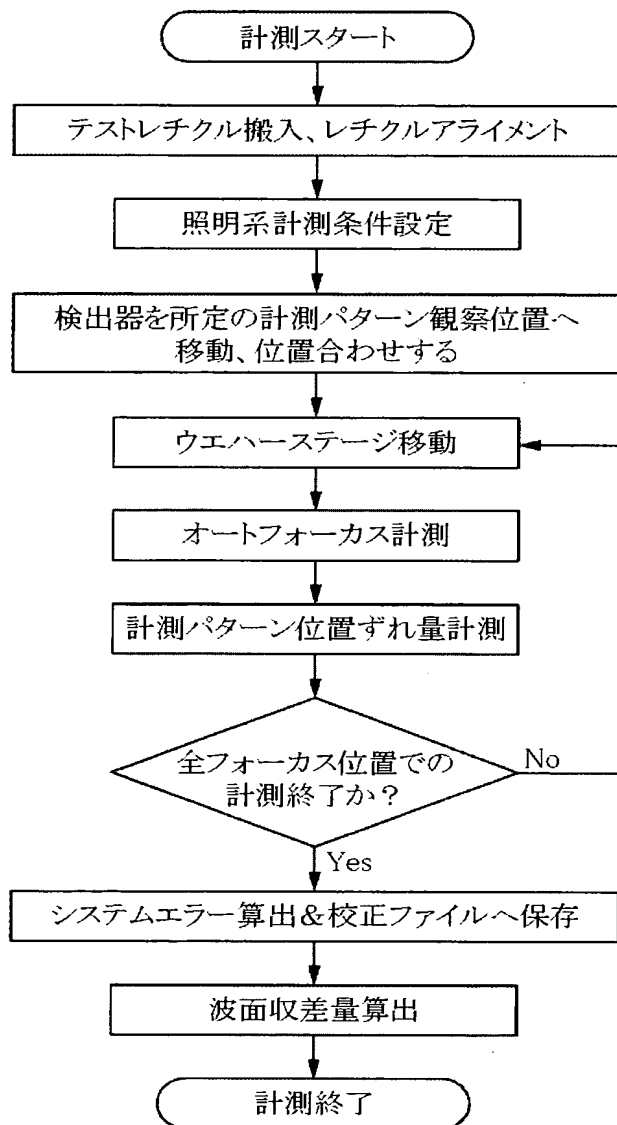
【図 11】



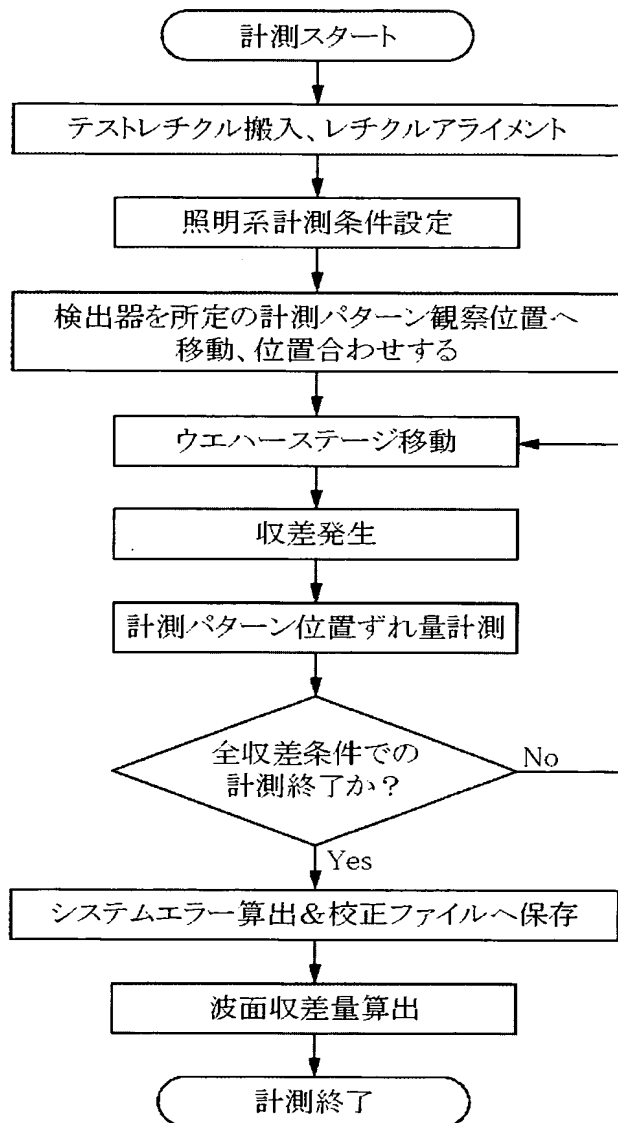
【図 12】



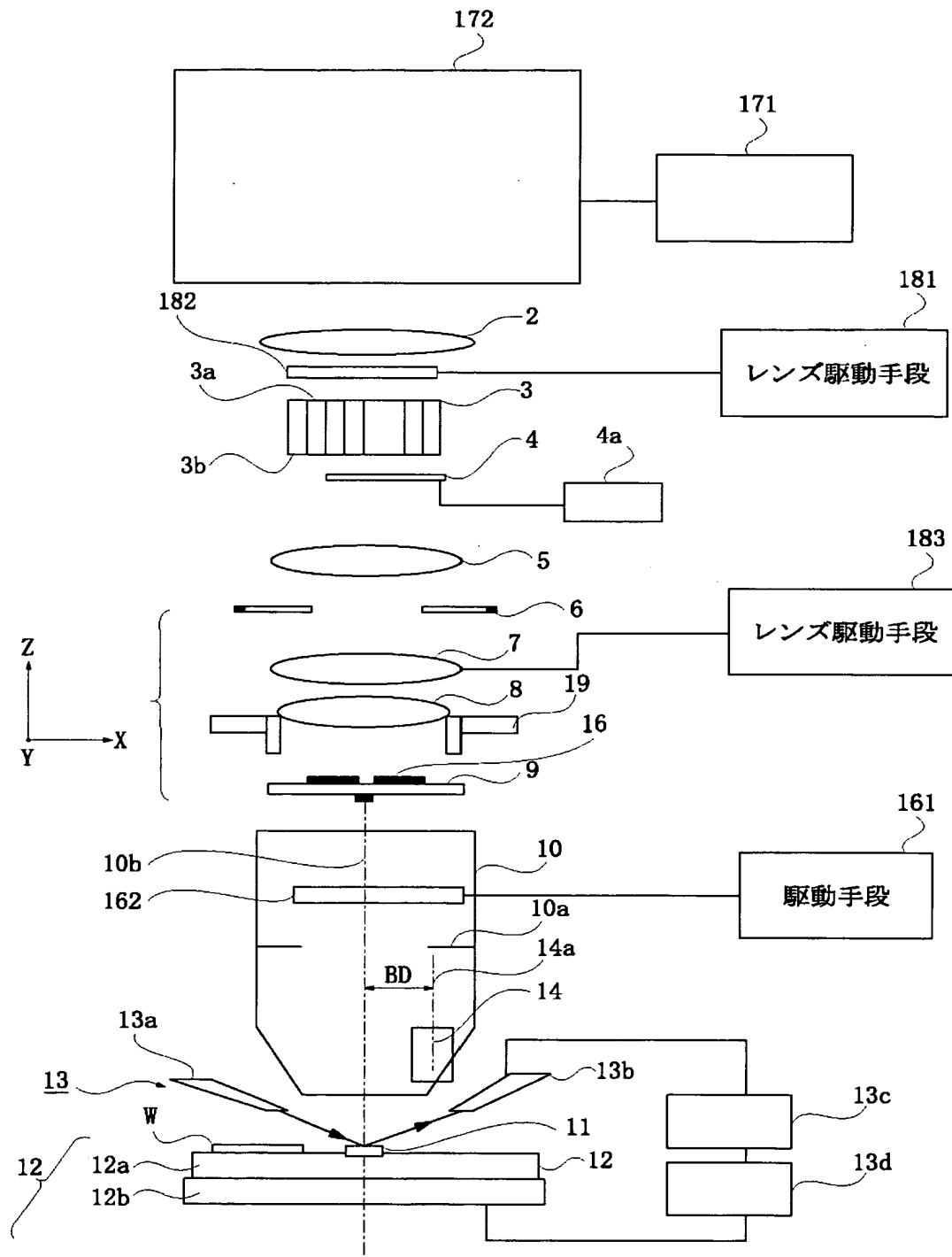
【図 13】



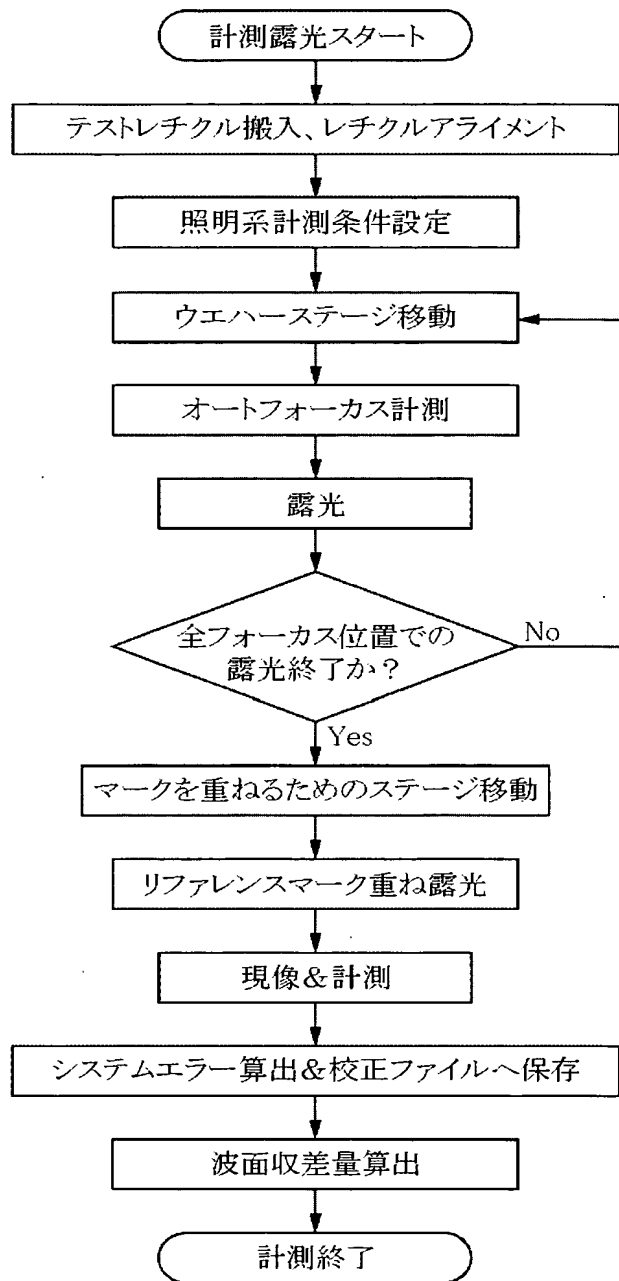
【図 14】



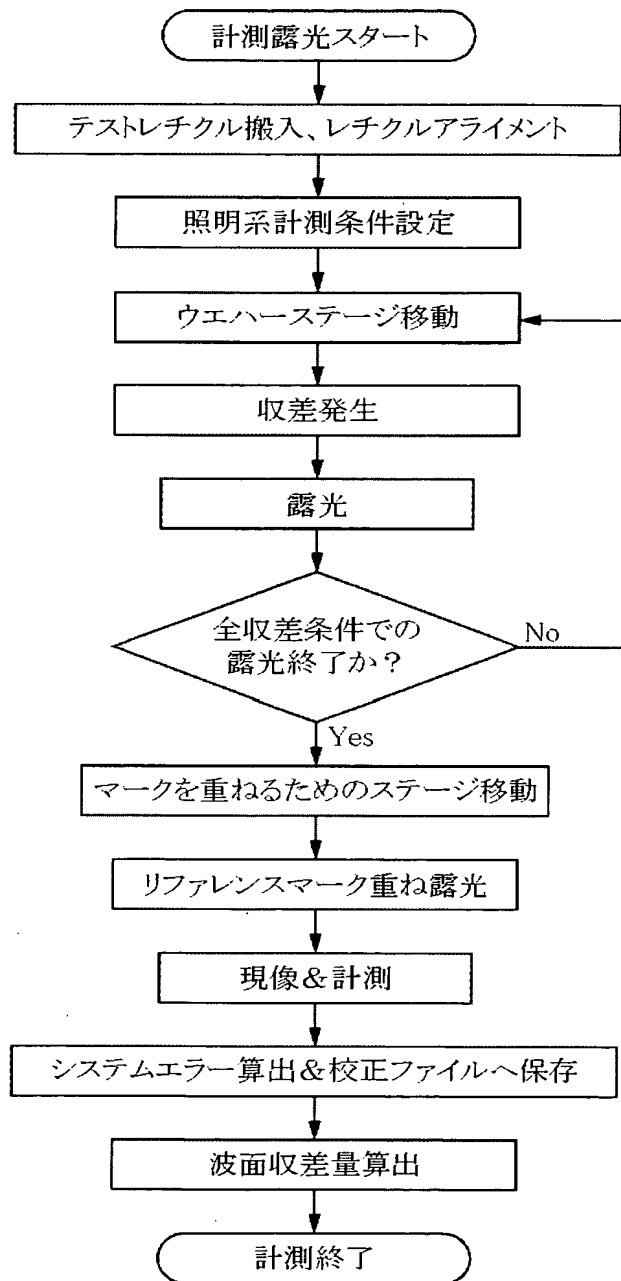
【図 15】



【図 16】



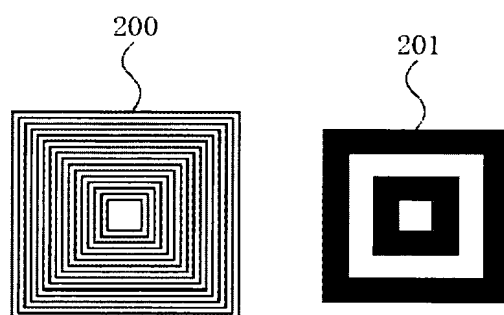
【図 17】



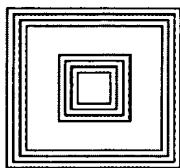
【図 1 8】



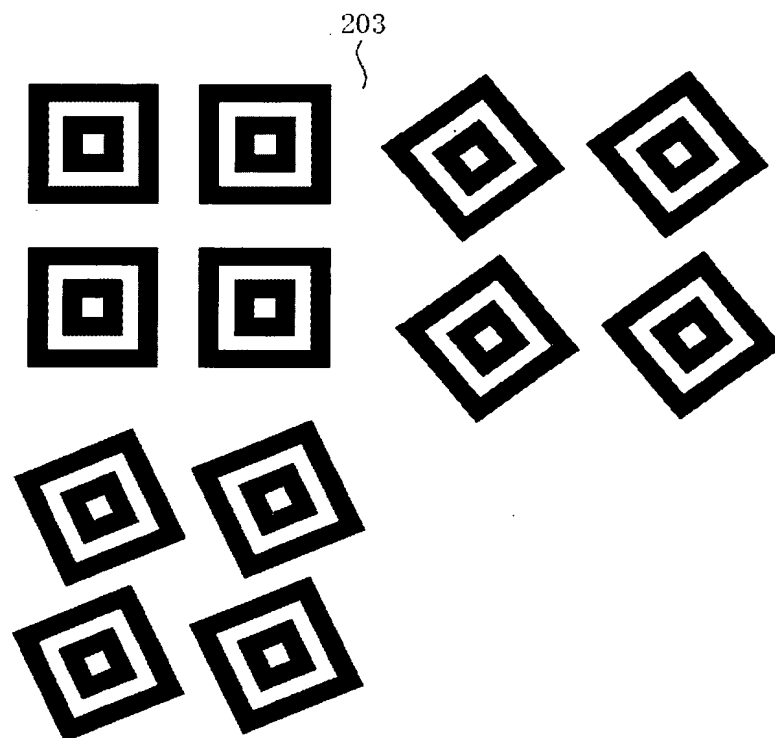
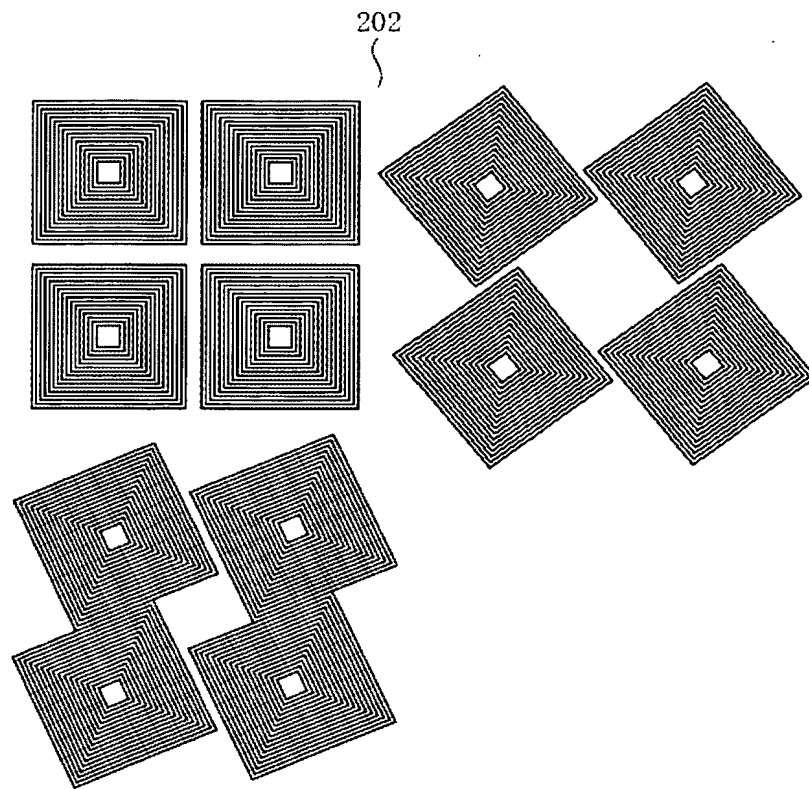
【図 19】



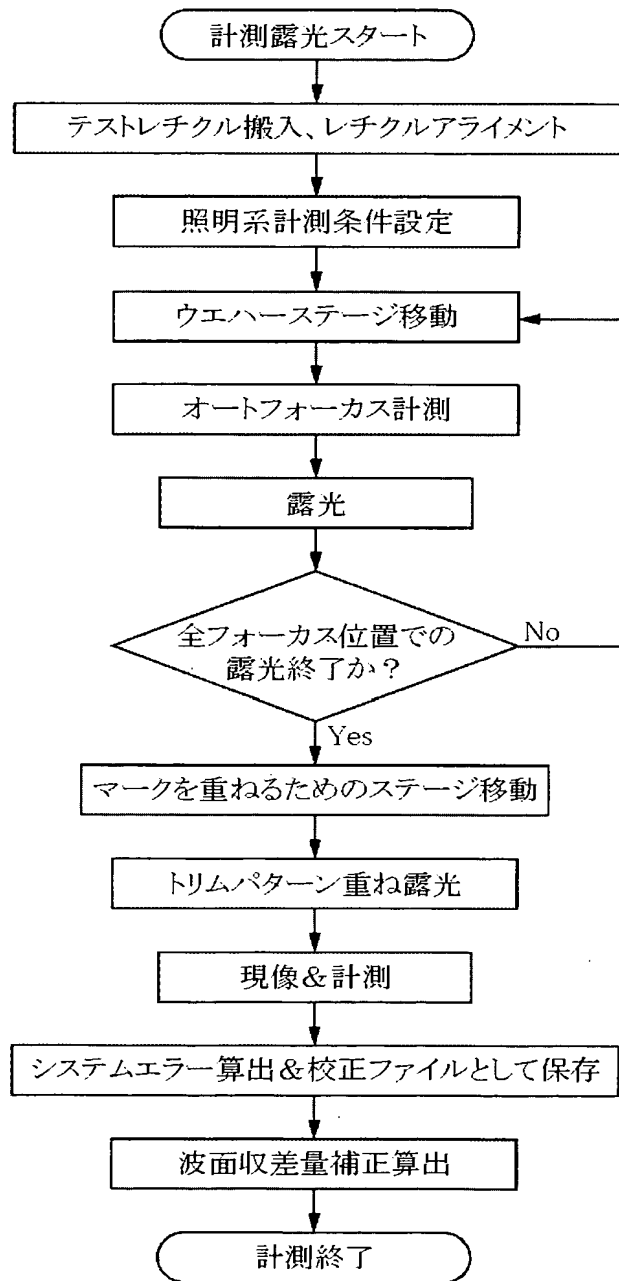
【図 2 0】



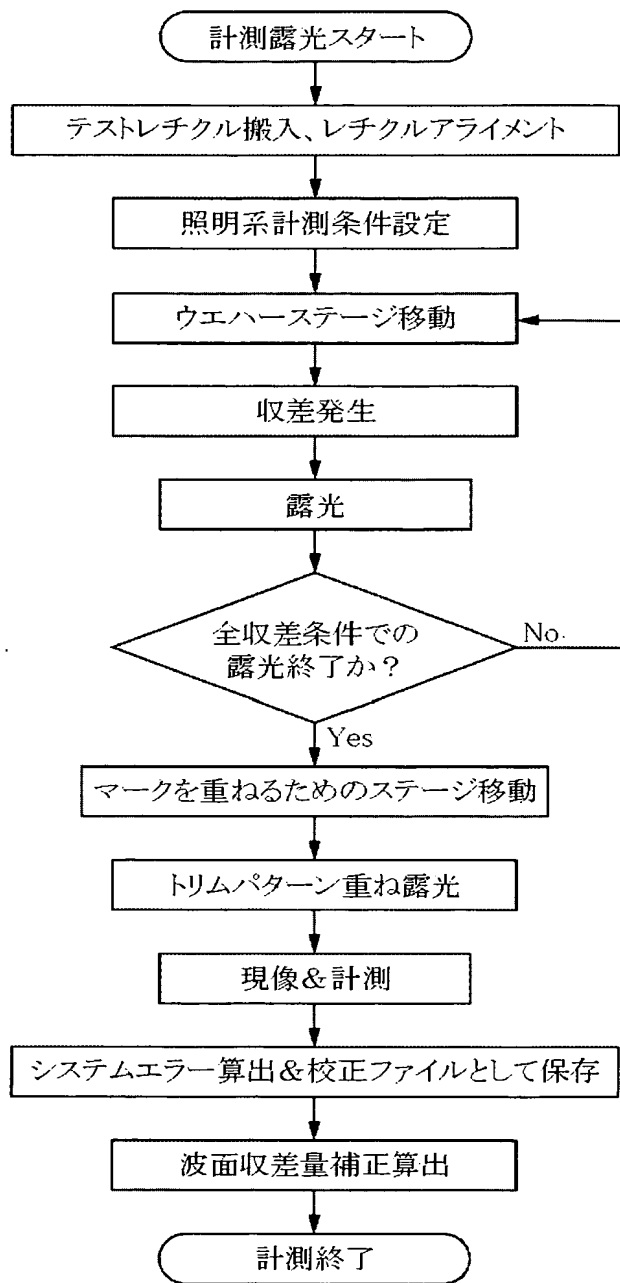
【図 21】



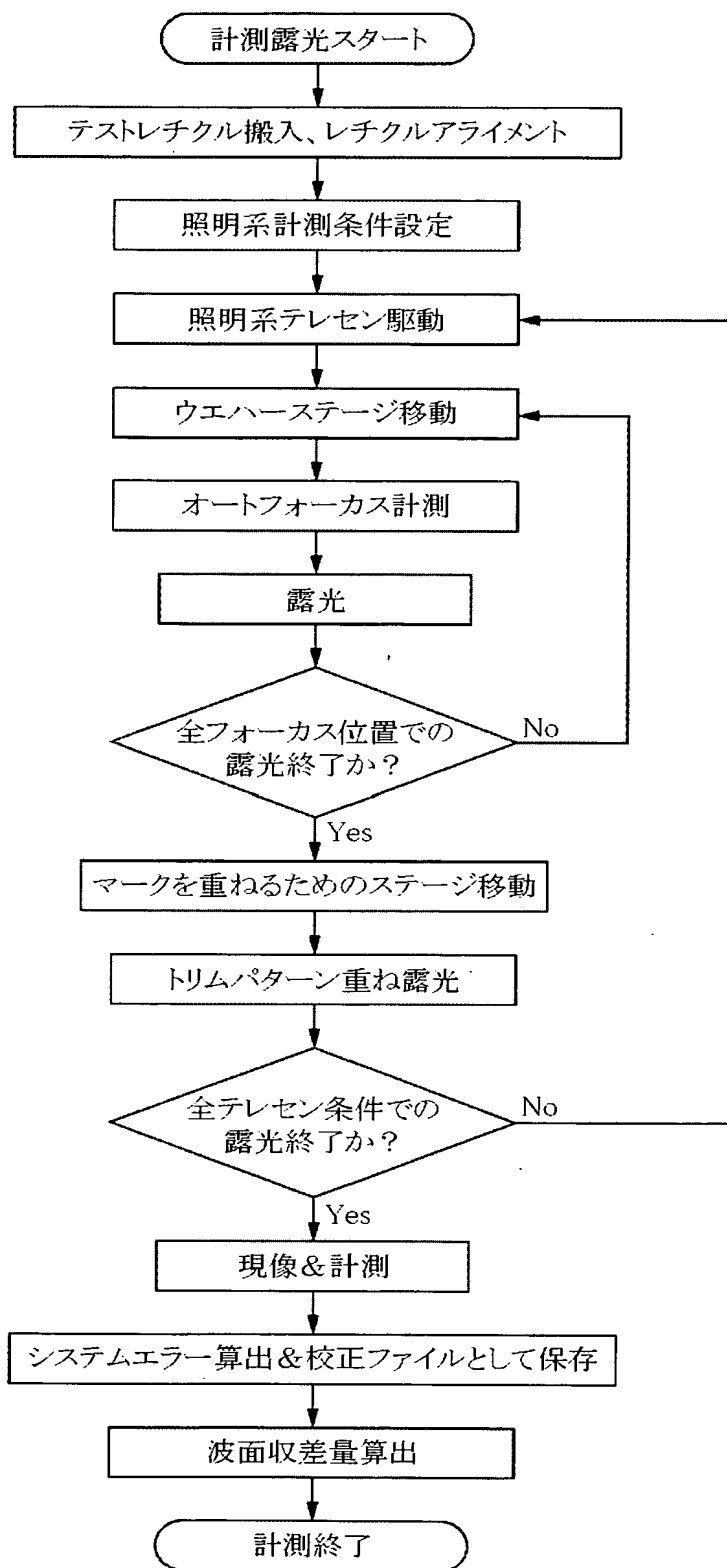
【図 22】



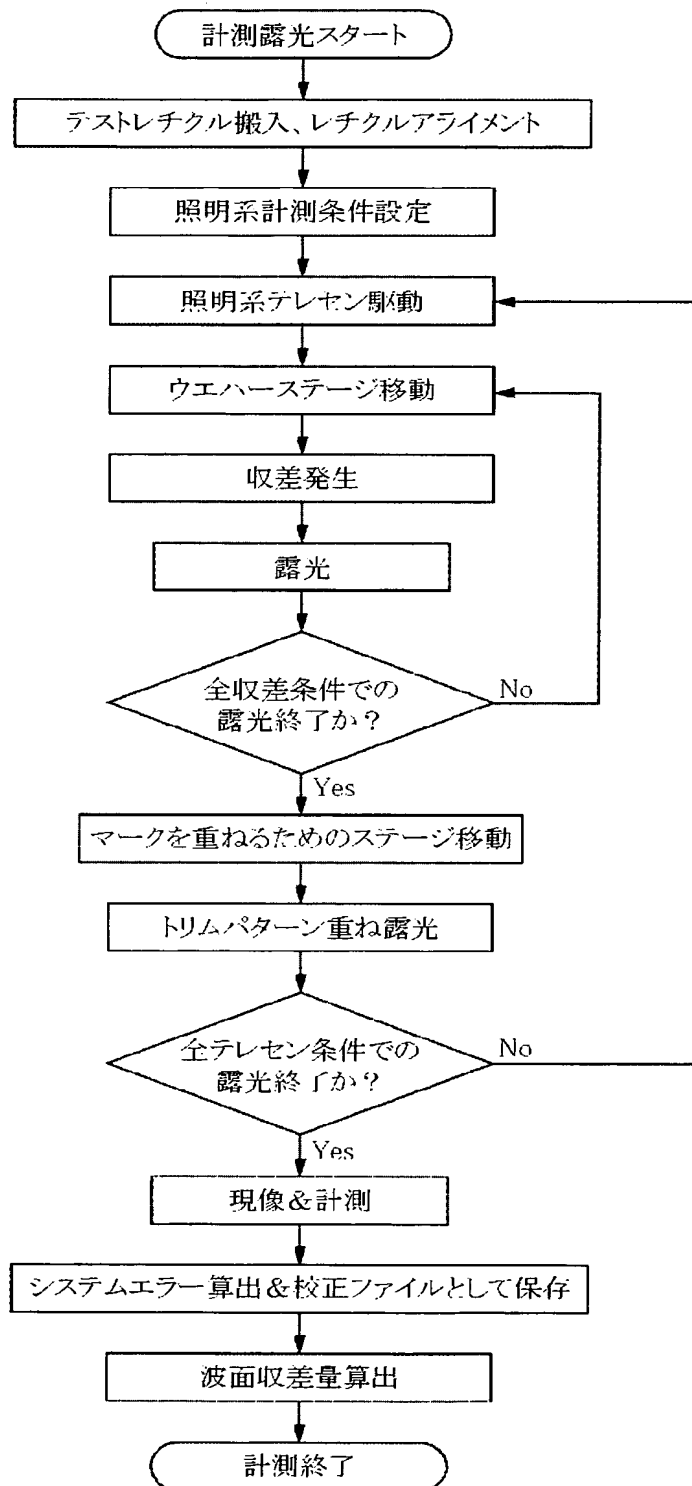
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 投影光学系の波面収差を高精度に測定する。

【解決手段】 システムエラーとしての瞳面の位置ずれ量を算出し記憶しておき、投影光学系の波面収差を計算する際に記憶しておいた瞳面の位置ずれ量を反映させる。

【選択図】 図 1 6

特願 2 0 0 2 - 3 0 7 3 3 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社